

**Joint seal between two moving parts one in relation to other, used e.g. in IC engine fuel injection systems, vehicle braking systems or hydraulic jacks**

|  |   |
|--|---|
| Veröffentlichungsnr. (Sek.)                          | DE19818475  |
| Veröffentlichungsdatum :                             | 1999-11-18  |
| Erfinder :   | KAPPEL ANDREAS (DE); MOCK RANDOLF (DE); MEIXNER HANS (DE)         |
| Anmelder :   | SIEMENS AG (DE)   |
| Veröffentlichungsnummer :                            | <input type="checkbox"/> <u>DE19818475</u>                        |
| Aktenzeichen:<br>(EPIDOS-INPADOC-normiert)           | DE19981018475 19980424  |
| Prioritätsaktenzeichen:<br>(EPIDOS-INPADOC-normiert) | DE19981018475 19980424  |
| Klassifikationssymbol (IPC) :                        | F16J15/16; F15B15/20  |
| Klassifikationssymbol (EC) :                         | <u>F02M51/06A</u> , <u>F02M61/16H</u> , <u>F16J15/14</u>          |
| Korrespondierende<br>Patentschriften                 | <input type="checkbox"/> <u>FR2778221</u> , IT1312190, ITMI990819 |

---

**Bibliographische Daten**

---

In obtaining the seal, a cut out (10) is provided on one piece (5) at the interface with the other piece (6). The two piece are assembled so that the cut out (10) in the first (5) comes in line with injection feed holes (12,12a) in the second piece (6). A sealing material is then injected into the recess (10) via the feed holes at a high pressure of 500 to 2,000 bar and the elastomer material is then cured or vulcanized by inductive heating.

14)



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 18 475 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 16 J 15/16  
F 15 B 15/20

21 Aktenzeichen: 198 18 475.1  
22 Anmeldetag: 24. 4. 98  
43 Offenlegungstag: 18. 11. 99

DE 198 18 475 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Kappel, Andreas, Dr., 81369 München, DE; Mock,  
Randolf, Dr., 81739 München, DE; Meixner, Hans,  
Prof. Dr., 85540 Haar, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE 196 19 999 A1  
DD 2 25 177 A1  
DD 61 898  
US 25 33 868  
WO 89 12 771  
JP 01-2 95 078 A

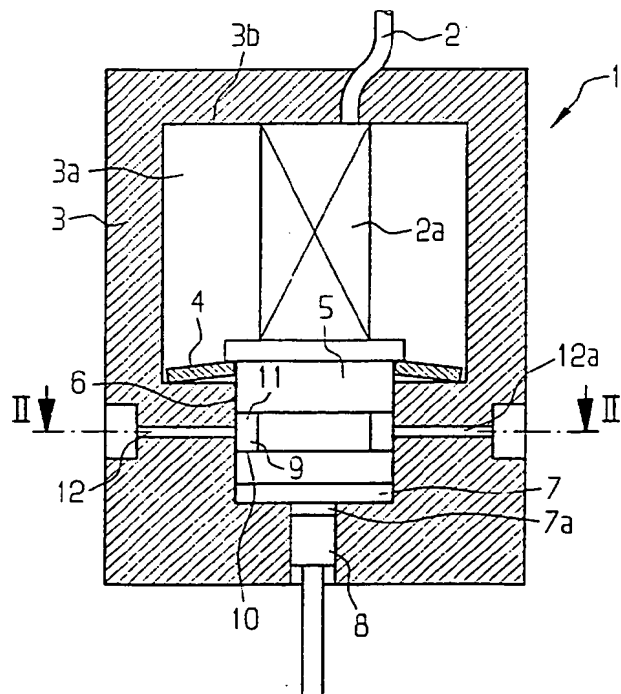
WITH  
ENGLISH  
ABSTRACT

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Fluiddichtungsanordnung und Verfahren zur Abdichtung

57 Es ist häufig erforderlich, flüssigkeits- oder gasgefüllte Volumina gegen die Umgebung abzudichten. Dichtelemente sollen zugleich Spiel, laterale Toleranzen, temperaturvariationsbedingte Abmessungsänderungen usw. kompensieren. In der technischen Hydraulik sind O-Ringe üblich. Zur kostengünstigen und dennoch guten Abdichtung mit hinreichender Elastizität wird nun vorgeschlagen, daß zur Abdichtung von gegeneinander beweglichen Teilen an wenigstens einem Teil an der Grenzfläche zum anderen Teil eine Ausnehmung vorgesehen wird, beide Teile zusammengefügt werden und die Ausnehmung mit einer Dichtmasse durch einen Angußkanal befüllt wird. Die Dichtmasse wird mit hohem Druck von z. B. 500 bis 2000 bar eingespritzt und kann durch insbesondere induktives Erwärmen des Teiles konditioniert bzw. vulkanisiert werden.



DE 198 18 475 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruch 1 und ein Verfahren nach dem unabhängigen Verfahrensanspruch.

Es ist häufig erforderlich, Volumina gegen die Umgebung, beispielsweise andere Volumina oder mechanische Teile, fluiddicht, d. h. flüssigkeits- oder gasdicht, abzudichten. Dies ist z. B. bei bewegten Kolben eines hydraulischen oder pneumatischen Druckzylinders oder einer Wellendurchführung der Fall. Zugleich sollen mit den Dichtelementen oft auch Spiel, laterale Toleranzen, temperaturveränderungsbedingte Abmessungsänderungen usw. kompensiert werden.

In der technischen Hydraulik, beispielsweise bei Kraftstoffeinspritzventilen, Servolenkungen, Antiblockierbremsensystemen, Stoßdämpfern und dergleichen, sind preiswerte Dichtungen zur Aufrechterhaltung eines Drucks und zur Verhinderung eines Fluidverlustes gewünscht. Bei der Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum sind ebenfalls Dichtungen erforderlich. Derartige Systeme sind in einer Vielzahl von Schriften. Beispiele finden sich etwa in der DE 43 06 072 C2, DE 43 06 073 C1, DE 44 06 522 C1, DE 44 12 948 A1, sowie DE 44 42 649 C2.

Es ist üblich, die für die gewünschten Zwecke notwendigerweise elastischen Dichtelemente durch O-Ringe zu realisieren, die mit engen Toleranzen und hoher Oberflächengüte aus teuren Grundmaterialien wie Synthekautschuk hergestellt werden und welche in eine präzise bemessene und gefertigte Nut eingebracht werden müssen, ohne daß bei der Montage eine Beschädigung des O-Ringes auftritt. Eine durch O-Ringe realisierte Fluiddichtung ist daher teuer.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, Neues für die gewerbliche Anwendung bereit zu stellen und insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, eine kostengünstige und dennoch gute Abdichtung zu erzielen, die eine hinreichende Elastizität aufweisen kann.

Die Lösung der Aufgabe wird unabhängig beansprucht; bevorzugte Ausführungsformen finden sich in den Unteransprüchen.

Ein Grundgedanke der Erfindung besteht somit darin, das Dichtelement in der Ausnehmung selbst herzustellen und so auf teure Anpassungen zu verzichten.

Anstelle einer teuren Oberflächenbearbeitung zur Herstellung Präzisions-O-Ringes, die allgemein nur bei teurem Grundmaterial möglich ist, erfolgt nun eine formgenaue Herstellung, obwohl auch die Ausnehmung keine besonders aufwendige Bearbeitung erfordert. Dabei verbleibt das Dichtelement nach seiner Herstellung im Werkzeug und muß nicht mehr montiert werden, was den Montageaufwand verringert. Durch das bei der Montage der beiden Teile anfangs noch fehlende Dichtelement ist auch der Kraftaufwand wegen der verringerten Reibung niedriger. Eine Beschädigung des Dichtelementes bei der Zusammenfügung wird ebenfalls sicher vermieden.

Die Dichtmasse ist vorzugsweise ein Elastomer und bevorzugt gewählt, um die Ausnehmung optimal zu füllen. In Einzelfällen soll ein Spalt zwischen den beiden Teilen ausgefüllt werden, aber oft soll auch ein zu starkes Einwandern der Masse zwischen die beiden Teile, etwa zwischen Kolben und Zylinder verhindert werden. Um diese Forderungen mit gewünschten Grundeigenschaften der Dichtmasse zu vereinen, werden der Spritzdruck, die Plastizität, die Ausnehmungsgeometrie und die Temperatur der Dichtmasse geeignet gewählt; erforderlichenfalls kann ein Teil oder beide Teile auf eine Temperatur bzw. mit einem Temperaturverlauf aufgeheizt werden, bei der die Dichtmasse die zum Einspritzen notwendige Viskosität erhält, die Dichtmasse aushärtet, eine

Gummidichtmasse in der Ausnehmung vulkanisiert oder eine Keramikdichtmasse eingebrannt wird.

Durch die Temperaturbehandlung und gegebenenfalls nach einer Warteperiode können gewünschte Eigenschaften der fertigen Dichtmasse erreicht werden.

Eine etwaige Schrumpfung bei Vulkanisieren des Dichtelementes wird kompensiert, wenn die Dichtmasse mit hohem Druck von z. B. 500 bis 2000 bar eingespritzt wird, worauf die Dichtmasse die Ausnehmung immer mit einem gewissen Anpressdruck gegen das andere Teil ausfüllt und eine Abdichtung stets gewährleistet. Eine vollständige Ausfüllung der Ausnehmung kann erreicht werden, indem zusätzlich zur Angußöffnung noch eine Abflußöffnung für im Überschuß eingespritzte Dichtmasse vorgesehen wird und/oder indem die Ausnehmung durch die Angußöffnung oder andere Bohrungen vor oder während des Einspritzens evakuiert wird.

Das Dichtelement füllt die Ausnehmung wenigstens weitgehend aus, ist also damit nach innen allgemein formschlüssig und reicht auf der Außenseite bis an das gegenüberliegende Teil heran.

Bei Zylinder-Kolben-Anordnungen oder anderen Anordnungen, wo eines der Teile in das andere eingeschoben wird, läuft die Ausnehmung um bzw. am eingeschobenen Teil um.

Die Ausnehmung kann als Nut gebildet sein. Durch die im Vergleich zur Tiefe geringe Breite der Nut kann das Material elastische Verformungen besonders gut aufnehmen.

Bevorzugt wird die Dichtmasse bei der Herstellung über einen Angußkanal in die Ausnehmung eingebracht. Alternativ wäre es möglich, die Dichtmasse vor der Zusammenfügung in die Ausnehmung einzuschmieren oder auf andere Weise einzubringen, dann die beiden Teile zusammenzufügen und danach die Dichtmasse auszuhärten.

Es ist bevorzugt, wenn der wenigstens einen Ausnehmung im einen Teil eine weitere Ausnehmung gegenüberliegt und beide mit Dichtmasse aufgefüllt sind. Wenn dies nur während der Auffüllung der Ausnehmung der Fall ist, kann die Dichtmasse in den gegenüberliegenden Ausnehmungen nach Erhärten durch Verschiebung der Teile abgeschert werden.

Es kann jedoch auch bevorzugt sein, die Verbindung zwischen den beiden Teilen über die Dichtmasse bestehen zu lassen.

Dies ist besonders bevorzugt bei piezoelektrisch oder magnetostruktiv betätigten Kraftstoffeinspritzern. Derartige Aktoren sind kurzhubig mit Stellwegen von etwa 0,1 bis 0,2% der Aktorlänge. Der kleine Hub im Mikrometerbereich eines noch vertretbar langen Aktors wird typisch hydraulisch übersetzt, indem der Aktor über einen großflächigen Kolben Flüssigkeit in einem Zylinder mit deutlich geringerem Querschnitt bewegt. Im Betrieb des piezoelektrischen oder magnetostruktiven Aktors ist dieser gegen das Fluid im Zylinder abzudichten.

Nur für die Montage mußten dafür im Stand der Technik bei Relativbewegung von Kolben und Zylinder abrollbare O-Ringe verwendet werden, was durch die Formung in der Ausnehmung vermieden wird. Nunnmehr ist eine dauerhafte Verbindung von zwei gegenüberliegenden Ausnehmungen ermöglicht, bei welcher der geringe Hub des Aktors und somit des davon betätigten Kolbens keine Dichtmassenabschabung bewirkt oder erfordert. Es kann auch Dichtmasse zwischen Zylinder und Kolben gelangen, was die Abdichtung weiter verbessert.

Es können auch mehrere voneinander getrennte, insbesondere längs einer Teileachse axial gegeneinander versetzte und umlaufende Ausnehmungen vorgesehen sein, um die Dichtwirkung zu verbessern und die Betriebszuverlässigkeit zu erhöhen. Diese axial gegeneinander versetzten

Ausnehmungen werden bevorzugt über einen gemeinsamen Angußkanal versorgt. Dazu werden vorzugsweise in einem Kolben axial versetzte Ausnehmungen am Angußkanal vorbeigefahren und sukzessive befüllt. Dann können die Dichtmassen in den Ausnehmungen gemeinsam wärmebehandelt oder gefestigt werden. Der Angußkanal kann nach der Ausnehmungsauffüllung mit Dichtmasse und/oder einer Dichtschraube fluiddicht verschlossen sein.

Die Dichtmasse ist bevorzugt elastisch und spritzgußfähig und kann aus gefülltem oder ungefülltem Kunststoff, Verbundmaterialien oder aus Keramik bestehen. Die Verwendung von Keramik ist vorteilhaft bei Verbrennungsmotoren, wo diese Art der Funktionskeramik durch reduzierte Reibung den Verschleiß vermindert, was den Treibstoffverbrauch senkt und durch die Abriebfestigkeit die Lebensdauer erhöht. Für die Kolbendichtung kann die Dichtmasse von der Kolbenunterseite eingegossen werden, so daß im Zylinderkopf keine Angußbohrungen erforderlich sind.

Die Erfindung wird im folgenden durch weitere Ausführungsbeispiele anhand der schematischen Zeichnungen beschrieben. In diesen zeigen:

**Fig. 1** eine Querschnittsansicht einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung

**Fig. 2** einen Schnitt längs Linie II-II von **Fig. 1**

**Fig. 3** eine erfindungsgemäß abgedichtete Exzenter-Pleuelanordnung im Montagezustand

**Fig. 4** die Exzenter-Pleuelanordnung von **Fig. 3** im Betrieb mit Kolbendichtung

**Fig. 5** eine Exzenter-Pleuelanordnung von **Fig. 3** im Betrieb mit Stangendichtung

**Fig. 6 a-d** verschiedene Dichtungsanordnungen.

Nach **Fig. 1** umfaßt eine allgemein mit **1** bezeichnete Fluidlichtungsanordnung bei einem Kraftstoffeinspritzventil-Betätiger ein mit Anschlüssen **2** versehenes Piezoelement **2a**, das in einer von einem Gehäuse **3** gebildeten Kammer **3a** angeordnet ist. Das Piezoelement **2a** drückt einerseits gegen den Gehäuseboden **3b** und andererseits gegen einen von einer Tellerfeder **4** in Richtung auf das Piezoelement **2a** vorgespannten Kolben **5**. Der Kolben **5** ist in einem Zylinder **6** durch Variation der über den Anschlüssen **2** am Piezoelement **2a** anliegenden Spannung hin- und herbewegbar.

Der Zylinder **6** ist mit Fluid **7** gefüllt, welches mit einem Fluidkanal **7a** kommuniziert, der einen deutlich kleineren Durchmesser als der Zylinder **6** aufweist. Der Fluidkanal **7a** ist wiederum als Zylinder gebildet, in welchem ein weiterer Kolben **8** oder ein anderes zu bewegendes Element angeordnet ist. Diese Anordnung wirkt als Hubverstärker für Piezoelement **2a**.

Der Kolben **5** und der Zylinder **6** bilden eine Fluidlichtungsanordnung, die einen Eintritt des Fluids **7** in die Kammer **3a** verhindert.

Erfindungsgemäß umfaßt die Fluidlichtungsanordnung neben dem Kolben **5** und dem Zylinder **6**, die zwei gegeneinander bewegliche Teile darstellen, ein Dichtelement **9**, das in einer Ausnehmung **10** in einem der beiden Teile, nämlich im Kolben **5** angeordnet ist.

Das Dichtelement **9** besteht aus spritzgußfähigem, elastischem Material **11**, welches gleichfalls eine Angußöffnung **12** und eine Abflußöffnung **12a** im Zylinder **6** ausfüllt und auch in durch Fertigungstoleranzen oder Temperaturvariation verursachte Paß-Spalte zwischen Kolben **5** und Zylinder **6** vorliegt.

Aufgrund des nur kleinen Hubs des Piezoelementes bewegt sich der Kolben allenfalls wenig, so daß im Betrieb die Dichtung nicht abgesichert wird.

Das Dichtelement **9** wird erfindungsgemäß wie folgt hergestellt: Der Kolben **5** wird in den Zylinder **6** eingesetzt und in seine Ruheposition mit Tellerfeder **4** vorgespannt. Dann

wird Rohdichtmasse in die Angußöffnung **12** eingespritzt, bis sie auf der gegenüberliegenden Seite bei Abflußöffnung **12a** austritt. Danach wird die Anordnung aufgeheizt, um der Rohdichtmasse ihre Eideigenschaften zu verleihen. Dies kann beispielsweise bei einer Gummirohndichtmasse durch Vulkanisieren erfolgen, wozu die ganze Anordnung erwärmt wird oder ein Teil der Anordnung etwa induktiv lokal erwärmt wird. Zugleich kann auch die Rohdichtmasse **9** in den Kanälen **12** behandelt werden, was die Kanäle abdichtet.

**Fig. 3** und **4** zeigen eine weitere Zylinder-Kolben-Anordnung **20** als Fluidlichtungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung, die der vorstehend beschriebenen weitgehend gleich ist. Wie zuvor umfaßt die Zylinder-Kolben-Anordnung **20** einen in einem Zylinder **21** zu bewegendem Kolben **22**, der mit einem zu bewegendem Element, hier einer Pleuelstange **23** verbunden ist. Kolben **22** weist eine Kolbennut **24** auf, die eine Ausnehmung zur Aufnahme von Dichtmasse darstellt und in welche über Angußöffnung **25** bei der Herstellung in der gezeigten Kolbenposition Dichtmasse **26** eingeführt wird, um die Zylinder-Kolben-Anordnung abzudichten. Überschüssige Dichtmasse kann dabei über Abflußöffnung **27** entweichen.

Die Dichtmasse kann eine keramische Dichtmasse sein und in der Kolbennut **24** eingebrannt werden.

Anders als im ersten Ausführungsbeispiel ist der Hub des Kolbens **22** aber groß. Der große Hub würde die Dichtmasse in Kolbennut **24** spätestens bei Inbetriebnahme von der in Angußöffnung **25** verbliebenen Dichtmasse abscheren. Damit nicht die Dichtmasse bei jedem Bewegungszyklus über die Kolbennut **24** reibt, erfolgt die Befüllung der Kolbennut in einer Position, welche im Betrieb später nicht mehr eingenommen wird, vgl. **Fig. 2** und **3**. Die Temperaturbehandlung zur Feststellung der Dichtmasse kann dann in dieser Stellung oder nach Einfuhr des Kolbens **22** in eine Betriebsposition erfolgen.

Das Ausführungsbeispiel der Zylinder-Kolben-Anordnung **30** von **Fig. 5** ist jenem der **Fig. 2** und **3** weitgehend ähnlich, aber die Ausnehmung für die Dichtmasse **31** ist nicht im Kolben **32**, sondern im Zylinder **33** vorgesehen. Der Kolben hat somit eine reine Stangenform und man erhält eine konventionell nur äußerst schwer zu realisierende Stangendichtung.

Die **Fig. 6** stellen noch einmal verschieden erfindungsgemäße Dichtungsvarianten nebeneinander, nämlich in **Fig. 6a** einseitige Stangen- (unten) bzw. Kolbendichtungen (oben), in **Fig. 6b** beidseitige Verbunddichtungen, in **Fig. 6c** Trapezdichtungen mit trapezförmigen Ausnehmungen zur Dichtmassenaufnahme und in **Fig. 6d** eine multiple Kolbendichtung, bei der über eine einzige Angußöffnung **41** eine Mehrzahl von axial gegeneinander versetzten Ausnehmungen sukzessive befüllt werden, um die Abdichtung unter Erhöhung der Betriebssicherheit zu verbessern.

Bei den um den Kolben umlaufenden Ausnehmungen in Zylindern oder Wellen bildet die Dichtmasse somit erfindungsgemäß einen am Ort der Verwendung gefertigten O-Ring.

#### Patentansprüche

1. Fluidlichtungsanordnung mit wenigstens zwei fluiddicht gegeneinander beweglichen Teilen, wovon wenigstens eines wenigstens eine Ausnehmung umfaßt, welche an der Grenzfläche beider Teile in das eine Teil hineinversteift ist und in welcher ein an das andere Teil fluiddicht reichendes Dichtelement vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Dichtelement durch eine die Ausnehmung allgemein formschlüssig ausfüll-

lende und bis an das gegenüberliegende Teil reichende Dichtmasse gebildet ist.

2. Fluiddichtungsanordnung nach Anspruch 1, worin eines der Teile in das andere eingeschoben ist und die Ausnehmung um bzw. am eingeschobenen Teil umläuft. 5

3. Fluiddichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin eines der beiden Teile ein Kolben und das andere ein Zylinder, insbesondere ein Hydraulik- oder Pneumatikzylinder ist. 10

4. Fluiddichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, worin eines der Teile eine Welle und das andere ein Wellenlager und/oder eine Wellendurchführung ist.

5. Fluiddichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Ausnehmung als Nut gebildet ist. 15

6. Fluiddichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Ausnehmung mit einem Angußkanal für Dichtmasse kommuniziert. 20

7. Fluiddichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin der wenigstens einen Ausnehmung in einen Teil eine zumindest zeitweilig, vorzugsweise insbesondere während des Angusses, gegenüberliegende weitere Ausnehmung zugeordnet ist, welche ebenfalls mit Dichtmasse aufgefüllt ist. 25

8. Fluiddichtungsanordnung, worin ein Teil mehrere voneinander getrennte, insbesondere längs einer Teileachse axial gegeneinander versetzte und umlaufende Ausnehmungen aufweist. 30

9. Fluiddichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, worin einer Mehrzahl von Ausnehmungen ein gemeinsamer Angußkanal zugeordnet ist.

10. Fluiddichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, worin der Angußkanal nach der Ausnehmungsauffüllung mit Dichtmasse und/oder einer Dichtschraube fluiddicht verschlossen ist. 35

11. Fluiddichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Dichtmasse ein Elastomer ist und/oder aus spritzgußfähigem Material besteht und insbesondere aus gefülltem oder ungefülltem Kunststoff, Verbundmaterialien oder aus Keramik ausgewählt ist. 40

12. Verfahren zur Abdichtung von gegeneinander beweglichen Teilen, dadurch gekennzeichnet, daß an wenigstens einem Teil an der Grenzfläche zum anderen Teil eine Ausnehmung vorgesehen wird, beide Teile zusammengefügt werden und die Ausnehmung mit einer Dichtmasse durch einen Angußkanal ausgespritzt wird. 45

13. Verfahren nach Anspruch 12, worin die Dichtmasse und/oder wenigstens ein Teil vor, bei und/oder nach Einspritzen durch Erwärmen, insbesondere induktives Erwärmen insbesondere induktives Erwärmen des Teiles konditioniert, insbesondere vulkanisiert wird. 55

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, worin die Dichtmasse nach Ausspritzen der Ausnehmung vom gegenüberliegenden Teil, insbesondere einer darin vorgesehenen gegenüberliegenden Ausnehmung durch Relativbewegung beider Teile abgeschert wird. 60

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, worin ein Teil oder beide Teile auf eine Temperatur bzw. mit einer Temperaturkurve aufgeheizt werden, die der Masse eine gewünschte Viskosität bei der Auffüllung der Ausnehmung verleiht, sie aushärtet oder vulkanisiert. 65

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15,

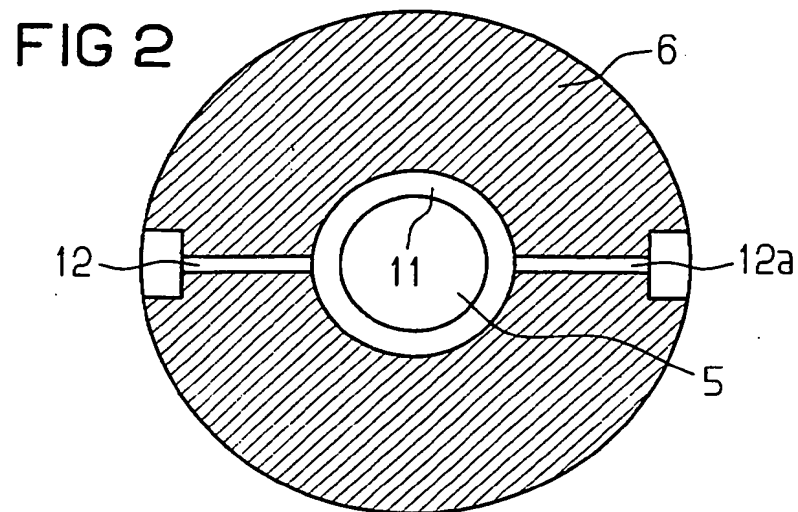
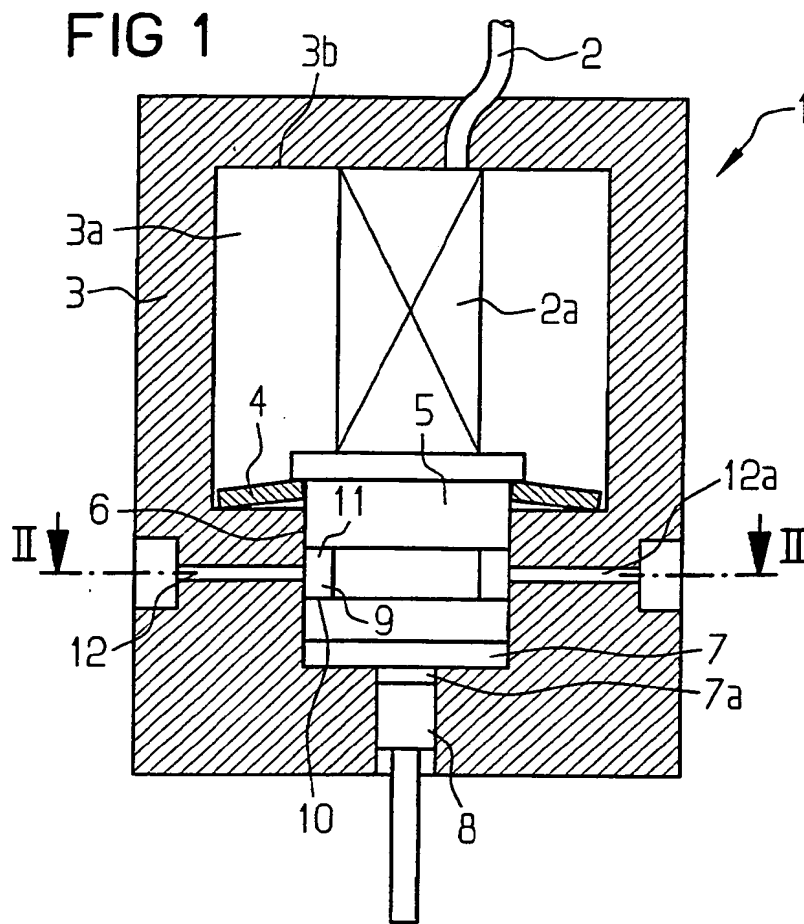
worin die Dichtmasse mit hohem Druck von z. B. 500 bis 2000 bar eingespritzt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, worin die Dichtmasse im Überschuß eingespritzt wird und überschüssige Dichtmasse durch wenigstens eine zusätzlich zur Angußöffnung vorhandene Abflußöffnung entweicht und/oder worin die Ausnehmung durch die Angußöffnung oder andere Bohrungen vor oder während des Einspritzens evakuiert wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---



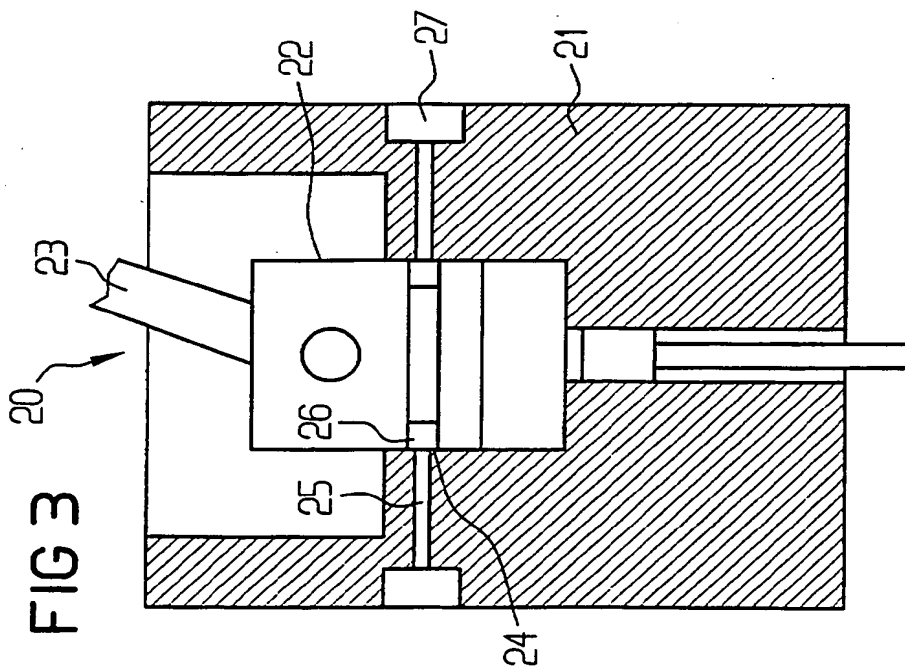
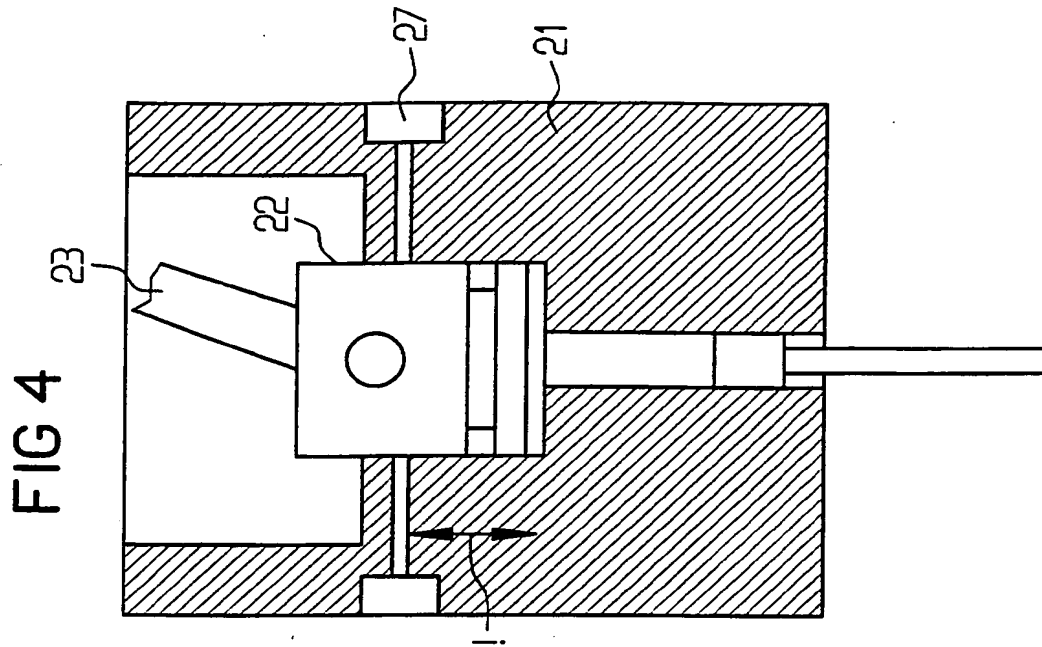
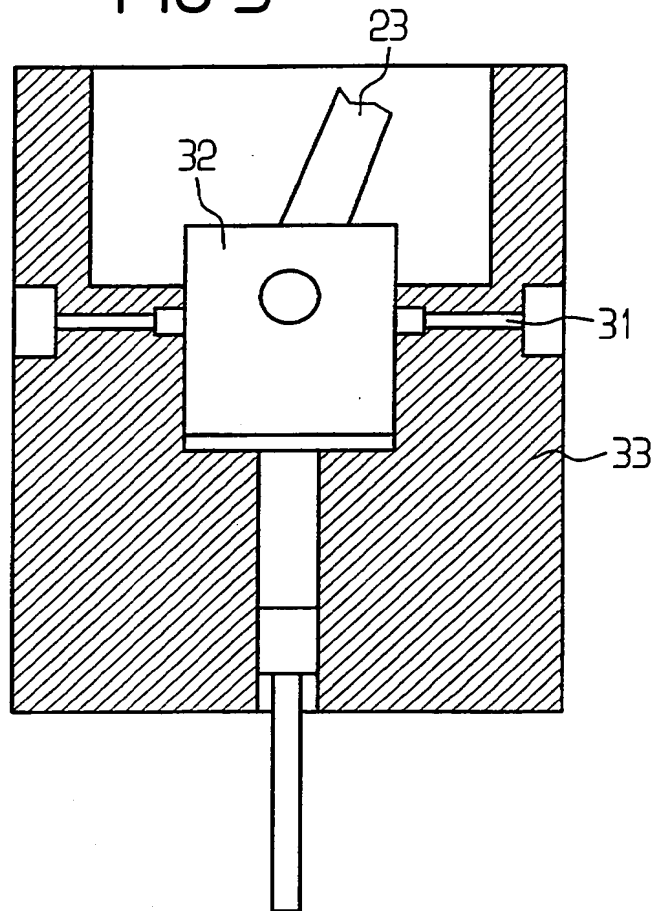


FIG 5



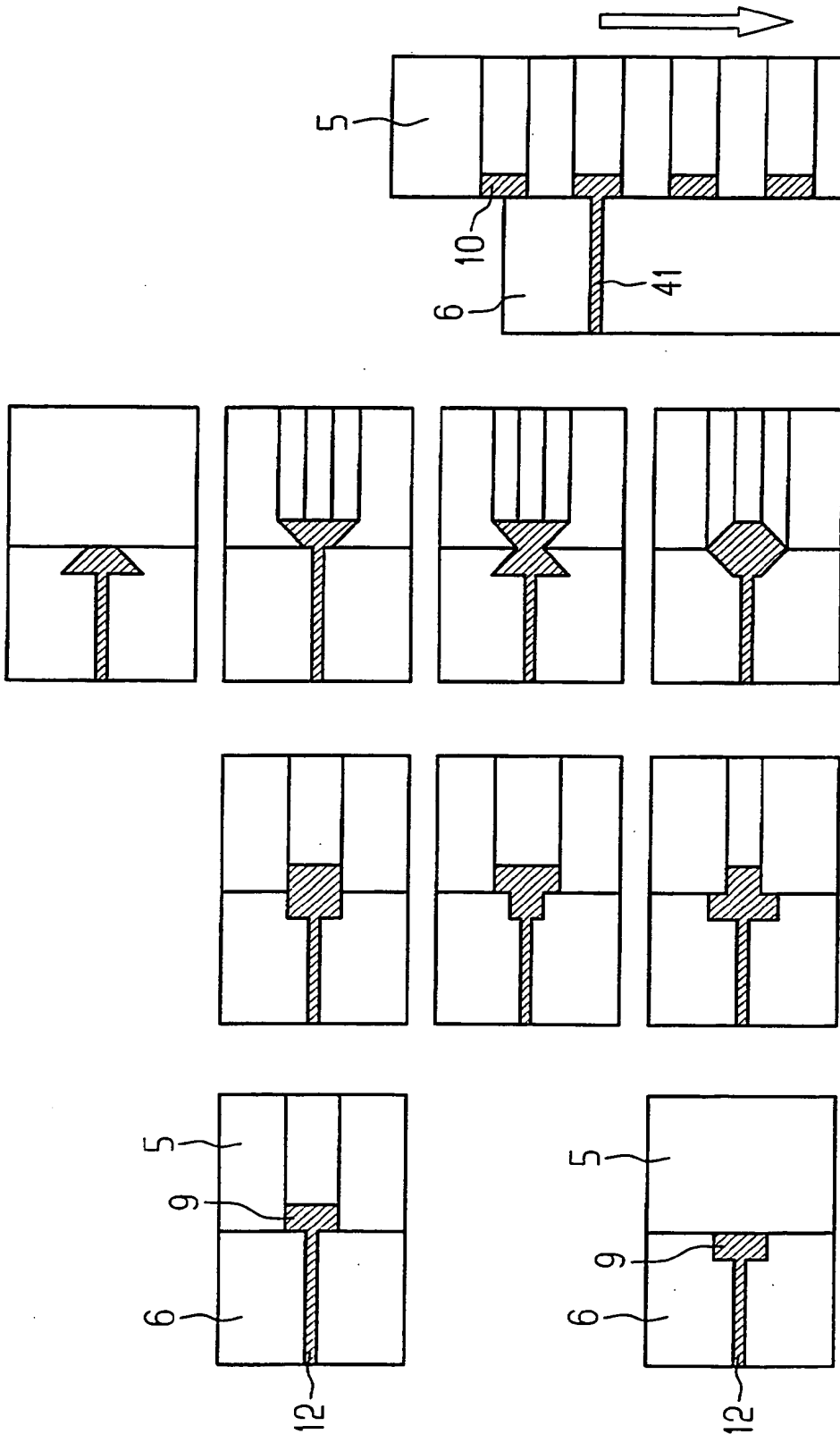


FIG 6D

FIG 6C

FIG 6B

FIG 6A